

PUB-NO: DE003331993A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3331993 A1
TITLE: Process and equipment for degassing gas/liquid
systems
without foam formation
PUBN-DATE: March 29, 1984

INVENTOR-INFORMATION:
NAME COUNTRY
BLENKE, HEINZ PROF DR ING DE

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
BLENKE HEINZ N/A

APPL-NO: DE03331993

APPL-DATE: September 5, 1983

PRIORITY-DATA: DE03331993A (September 5, 1983)

INT-CL (IPC): B01J019/00, B01J010/00, B01D013/02, C12M001/00

EUR-CL (EPC): B01D019/00 ; B01J010/00, B01J019/24, C12M001/04 ,
C12M001/08
, B01J008/00, B01J019/24, B01J019/24

US-CL-CURRENT: 422/129, 435/301.1

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> Gas/liquid systems (G-L systems) in which biochemical reactions or other process engineering steps are carried out, tend to form foam on free surfaces. In most cases, this is an interference because the foam creates non-uniform operating conditions in the G-L system and takes up space in the equipment item concerned intended for its proper use.

Hitherto, foam control has been carried out essentially by means of physical foam destroyers which effect a reduction in the equilibrium quantity of foam, or by means of chemical foaming preventers. The latter can prevent the formation of foam by addition of surface-active substances which, however, in most cases also cause undesired (bio-)chemical effects. These disadvantages are avoided if, according to the illustrative example shown, free surface can form in the entire equipment, which is completely filled by the G-L system, only at the highest point in the region of high shear forces and centrifugal forces, preferably in degassing cyclones. If gas escaping here inflates liquid lamellae, these are destroyed in statu nascendi by centrifugal forces and shear forces of the spinning flow and forced back into the rotating L phase. In this way, the formation of foam is physically suppressed without detrimental side effects.

⑯ BUNDESREPUBLIK

⑫ Offenlegungsschrift

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(21) Aktenzeichen: P 33 31 993.6
(22) Anmeldetag: 5. 9. 83
(43) Offenlegungstag: 29. 3. 84

⑤1 Int. Cl. 3;

B 01 J 19/00

B 01 J 10/00

B 01 D 13/02

C 12 M 1/00

DE 33 31 993 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 Anmelder:

Blenke, Heinz, Prof. Dr.-Ing., 7261 Gechingen, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Entgasung von Gas-Liquid-Systemen ohne Schaumbildung

Gas-Liquid-Systeme (G-L-Systeme), in denen bio-chemische Reaktionen oder andere verfahrenstechnische Vorgänge durchgeführt werden, neigen zur Schaumbildung an freien Oberflächen. Das wirkt meist störend, weil der Schaum ungleiche Betriebsbedingungen im G-L-System schafft und in dem betreffenden Apparat dem eigentlichen Nutzungszweck Raum entzieht.

Bisher erfolgt die Bekämpfung des Schaums i. w. durch physikalische Schaumzerstörer, die eine Verringerung der Gleichgewichts-Schaummenge bewirken oder durch chemische Schaumverhüter. Letztere können die Schaumbildung verhindern durch Zusatz oberflächenaktiver Stoffe, die jedoch meist auch ungewollte (bio-)chemische Wirkungen hervorrufen.

Diese Nachteile werden vermieden, wenn gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel in der Gesamtapparatur, die vom G-L-System voll ausgefüllt ist, freie Oberfläche nur an der höchsten Stelle im Bereich hoher Scher- und Zentrifugalkräfte, vorzugsweise in Entgasungszyklen entstehen kann. Bläht hier austretendes Gas Flüssigkeitslamellen auf, so werden diese durch Zentrifugal- und Scherkräfte der Drillströmung in statu nascendi zerstört und in die rotierende L-Phase zurückgedrückt. So wird Schaumbildung physikalisch ohne schädliche Nebenwirkungen unterdrückt.

3. Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung (bio-)chemischer Reaktionen, verfahrenstechnischer Grundoperationen oder Wärme- und Stoffübertragungsvorgänge in Gas-Liquid-Systemen (G-L-Systemen), die auch beliebige andere gelöste oder dispergierte Komponenten enthalten können, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas aus dem G-L-System nur unter so hohen Zentrifugalkraftfeldern austritt, daß sich dabei kein Schaum bilden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß im Zentrifugalkraftfeld auch hydro- und/oder aerodynamische Kräfte und/oder mechanische Kräfte auf die Oberfläche des G-L-Systems einwirken, die zusätzlich Schaumbildung verhindern.
3. Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren nach Ansprüchen 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Apparate, in denen die Verfahren durchgeführt werden, vom G-L-System voll erfüllt sind und in der gesamten Apparatur nur freie Oberflächen des G-L-Systems auftreten, wenn starke Zentrifugalkraftfelder auf sie einwirken.
4. Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren nach Ansprüchen 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die starken Zentrifugalkraftfelder, die auf die freien Oberflächen des G-L-Systems einwirken, erzeugt werden in Zylindern und/oder Drallrohren durch tangentialem Einlauf des G-L-Systems, gegebenenfalls verstärkt durch Tangentialzufuhr eines schnellen L-Stroms oder mehrerer, und/oder durch eine schnelllaufende mechanische Rührereinrichtung und/oder in Zentrifugen üblicher Bau- und Betriebsweise zur Trennung von G-L-Systemen.

Werner
26. Aug. 1983

P a t e n t a n m e l d u n gVerfahren und Vorrichtung zur Entgasung von Gas-Liquid-Systemen
ohne Schaumbildung1. Stand der Technik

Viele (bio-)chemische Reaktionen und verfahrenstechnische Grundoperationen werden in Gas-Liquid-Systemen (G-L-Systemen) durchgeführt. Das Gas ist in der Regel in möglichst kleine Blasen zerteilt (dispergiert), um große G-L-Phasengrenzfläche für die Stoffübertragung zwischen G- und L-Phase zu schaffen. Dabei kann es sich um den Eintrag einer Gaskomponente (z.B. O₂) von der G- in die L-Phase, um den Austrag einer Gaskomponente (z.B. CO₂) aus der L- in die G-Phase oder auch um den Übergang von Staubpartikeln aus der G- in die L-Phase (z.B. bei Gas-Naßwäscher) handeln /1/.

Je nach Gehalt an grenzflächenaktiven Substanzen (Tensiden) bildet sich an freien Oberflächen der G-L-Systeme beim Gasaustritt Schaum. Das kann erwünscht sein, wenn z.B. suspendierte Partikel aus der L-Phase ausgetragen werden sollen nach dem Prinzip der Flotation /2/. In den meisten Fällen ist die Schaumbildung jedoch unerwünscht, oft sogar sehr nachteilig; denn im Schaum stellen sich völlig andere Bedingungen ein als im G-L-System. So kann z.B. bei Bioreaktoren unzureichende Substrat-Versorgung aerober Mikroorganismen in den Lamellen auftreten; oder bei Chemiereaktoren können suspendierte Reaktanden, Katalysatoren oder Adsorbentien im stagnierenden Schaum festgehalten werden. In jedem Fall bilden sich im Schaum andere Stoffverteilungen und es finden andere physikalisch-chemische Vorgänge statt als unter den im G-L-System eingestellten Betriebsbedingungen. Hinzu kommt, daß der von Schaum erfüllte Raum dem G-L-System und damit den gewollten verfahrenstechnischen Vorgängen entzogen wird.

Bisher erfolgte die Bekämpfung des Schaums entweder durch mechanische Schaumzerstörer, die aber Wellendurchführungen erfordern (Giftigkeit, Explosionsgefahr, Sterilität) oder durch Zusatz chemischer Antischaummittel, die sich aber auf die Phasengrenzflächenbildung im G-L-System und auch auf die (bio-)chemischen Vorgänge ungünstig auswirken können.

Es ist ferner bekannt, zur Gasabscheidung aus G-L-Systemen Schwerkraftabscheider oder Zyklonabscheider zu verwenden.

Schwerkraftabscheider bewirken im Gravitationskraftfeld nur weitgehende Entgasung bei sehr kleinen abwärts gerichteten L-Geschwindigkeiten, wie z.B. Bild 1 zeigt /3/. Allerdings führen sie nur zu geringen Druckverlusten.

Zyklonabscheider gemäß Bild 2 erreichen unter der Wirkung eines Zentrifugalkraftfeldes, das in der Regel mindestens 50 mal stärker ist als das Gravitationskraftfeld - oft auch noch verstärkt im Fallrohr (auch "Drallrohr" genannt) - eine wesentlich bessere Entgasung. Infolge der großen Dichtedifferenz werden dabei die Gasblasen B mit der Relativgeschwindigkeit w_r in der Drallströmung nach innen und oben gedrängt. Auf diese Weise werden beispielsweise aus wässrigen Systemen Gasblasen mit Durchmessern $d_B \approx 0,15$ bis $0,3$ mm praktisch vollständig abgeschieden bei Druckverlusten von $\Delta p \approx 0,025$ bis $0,05$ bar.

Bisher ist es üblich, Zyklonabscheider zur Entgasung von G-L-Systemen gemäß Bild 3 anzuordnen. Hier tritt von dem unten zugeführten Gasstrom G 1 bei Reaktor R 1 der Gasstrom G 2 aus, und zwar teils über die freie Oberfläche O im Reaktor, teils aus dem Zyklon Z. Dieser soll restliche Gasblasen aus dem abgehenden Liquidstrom L 2 austreiben. Aufgabe des Zyklons ist dabei eindeutig verbesserte Gasabscheidung, nicht aber Verhütung von Schaumbildung. Sollte nämlich das System zum Schäumen neigen, so könnte sich Schaum ungehindert an der freien Oberfläche O im Reaktor bilden.

2. Ziel und Beschreibung der Erfindung

Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist hingegen, Entgasungen von G-L-Systemen so durchzuführen, daß dabei kein Schaum entstehen kann. Das Prinzip dieses Verfahrens und der zu seiner Durchführung geeigneten Vorrichtung wird anhand von Bild 4 beschrieben. Die (bio-)chemische Reaktion oder verfahrenstechnische Operation in einem G-L-System, das auch suspendierte Partikel oder sonstige disperse Phasen enthalten kann, findet hier als Beispiel in einem Schlaufenreaktor R statt. Er besteht aus dem zylindrischen Mantel 1 mit beliebig geformtem Boden 2 und einem konischen Kopf 3, der sich nach oben zum Austrittsstutzen 4 hin verengt. Im Schlaufenreaktor R befindet sich ein konzentrisches Leitrohr 5, um das ein Umlauf - insbesondere der L-Phase - stattfindet /1/.

Dieser Umlauf wird bewirkt durch Einblasen des Gasstroms \dot{G} 1 über die G-Düse 6 am Boden des Reaktors hier in den Innenraum (Airlift-Antrieb), und/oder durch Injizieren des Liquidstroms \dot{L} 1 über die L-Düse 7 mit hoher Geschwindigkeit von $w_{L1} \gtrsim 20 \text{ m/s}$ (Strahlantrieb) und/oder durch einen (hier nicht dargestellten) axialfördernden Rührer im Innenraum (Propellerantrieb). Die Antriebsarten können variiert werden z.B. durch Einblasen des Gases unten in den äußeren Ringraum oder Injizieren des L-Strahls von oben nach unten in den Innenraum; sie können aber auch miteinander kombiniert werden.

Entscheidend ist, daß der Reaktor voll erfüllt ist vom G-L-System, in ihm also keine freie Oberfläche vorhanden ist. Aus dem Reaktor R wird der G-L-Strom, bestehend aus \dot{G} 2 + \dot{L} 2 über den Austrittsstutzen 4 und eine ansteigende Leitung 8 dem Zyklon Z (oder auch mehreren parallel geschalteten Zyklen) zugeführt.

Im Zyklon Z - und gegebenenfalls auch noch im Fallrohr F - bildet sich die einzige freie Oberfläche 0 des G-L-Systems in der gesamten Anlage, über die allein der Gasstrom \dot{G} 2 austreten kann, und zwar unter der Wirkung eines Zentrifugalkraftfeldes. Dieses kann erzeugt werden durch Tangentialeinlauf des G-L-Systems in

- 5 -

den Zyklon, gegebenenfalls verstärkt durch Tangentialzufuhr eines schnellen L-Stroms, und/oder durch einen schnelllaufenden mechanischen Rührer im Zyklon. Anstelle des Zylkons oder zusätzlich kann auch eine Zentrifuge zur Entgasung im Zentrifugalkraftfeld verwendet werden. In jedem Fall darf Gasaustritt aus dem G-L-System nur unter Einwirkung von Zentrifugalkraftfeldern stattfinden!

Bläht austretendes Gas eine Flüssigkeitslamelle auf, so wird diese durch Zentrifugalkraft- und Scherkräfte der Drallströmung in statu nascendi wieder zerstört und in das rotierende G-L-System zurückgedrückt. Es kann sich also kein Schaum bilden oder gar aufbauen.

Die erfindungsgemäße Betriebsweise ermöglicht aber auch z.B. in Verbindung mit einem "Entgasungskopf" K gemäß Bild 5 den Gasstrom \dot{G}_r , der von dem abwärts gerichteten L-Strom \dot{L}_r in den Ringraum des Schlaufenreaktors R eingezogen wird, zu verringern und zugleich den Gasaustrag aus dem G-L-System im Zyklon Z wie zuvor ohne Schaumbildung durchzuführen.

Entsprechend lässt sich die erfindungsgemäße Betriebsweise verbinden mit allen Apparatetypen, in denen G-L-Systeme behandelt werden, wie Begasungsrührkessel, Blasensäulen, modifizierte Schlaufenreaktoren, z.B. gemäß Bild 6. Hier wird in einem rechteckigen Schlaufenreaktorteil SR nur der Liquidstrom \dot{L}_3 rezirkuliert, während der Gasstrom \dot{G}_3 in einem nachgeschalteten Blasensäulenteil BS aufsteigt. Das am Kopf des SR-Teils austretende G-L-Gemisch $\dot{L}_4 + \dot{G}_4$ wird, z.B. mit einer G-L-Pumpe, dem BS-Teil unten zugeführt. Am Kopf des BS-Teils verlässt das Gemisch $\dot{L}_{ab} + \dot{G}_{ab}$ den voll vom G-L-System erfüllten Reaktor SR + BS über den Zyklon Z. Hier besteht unter starkem Zentrifugalkraftfeld die einzige freie Oberfläche des Systems, an der ohne Schaumbildung - wie zuvor erläutert - \dot{G}_{ab} und \dot{L}_{ab} voneinander getrennt werden. Ein Teilstrom \dot{L}_r kann ggf. rezirkuliert und mit \dot{L}_1 dem SR wieder zugeführt werden, z.B. um eine erforderliche L-Strahlleistung für Dispergierung und Umwälzung einzubringen, wie das z.B. die G-L-Düse in Bild 4 und 5 zeigt.

Literatur

- /1/ Blenke, H.: Loop Reactors; Advances in Biochemical Engineering. Springer-Verlag, Bd. 13 (1979) 121-214
- /2/ Zlokarnik, M.: Neue Wege bei der flotativen Aufbereitung und Abwasserreinigung in der chemischen Industrie. CIT 53 (1981) Nr. 8, 600-606
- /3/ Muschelknautz, E.: Zyklone als Blasenabscheider; Verfahrenstechnisches Kolloquium für Prof. Dr.-Ing. H. Blenke (1980); herausgegeben von Universität Stuttgart, Institut für Chemische Verfahrenstechnik

- 7 -
Leerseite

- 13 -

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

33 31 993
B 01 J 19/00
5. September 1983
29. März 1984

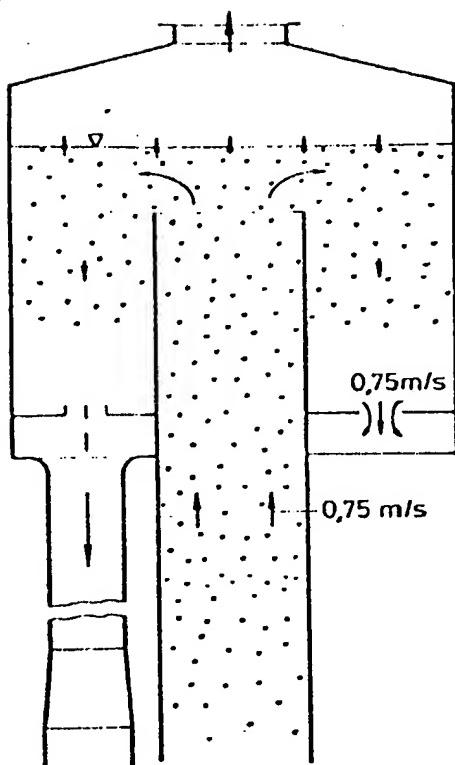


Bild 1: Schwerkraftabscheider am Kopf einer Blasensäule /3/

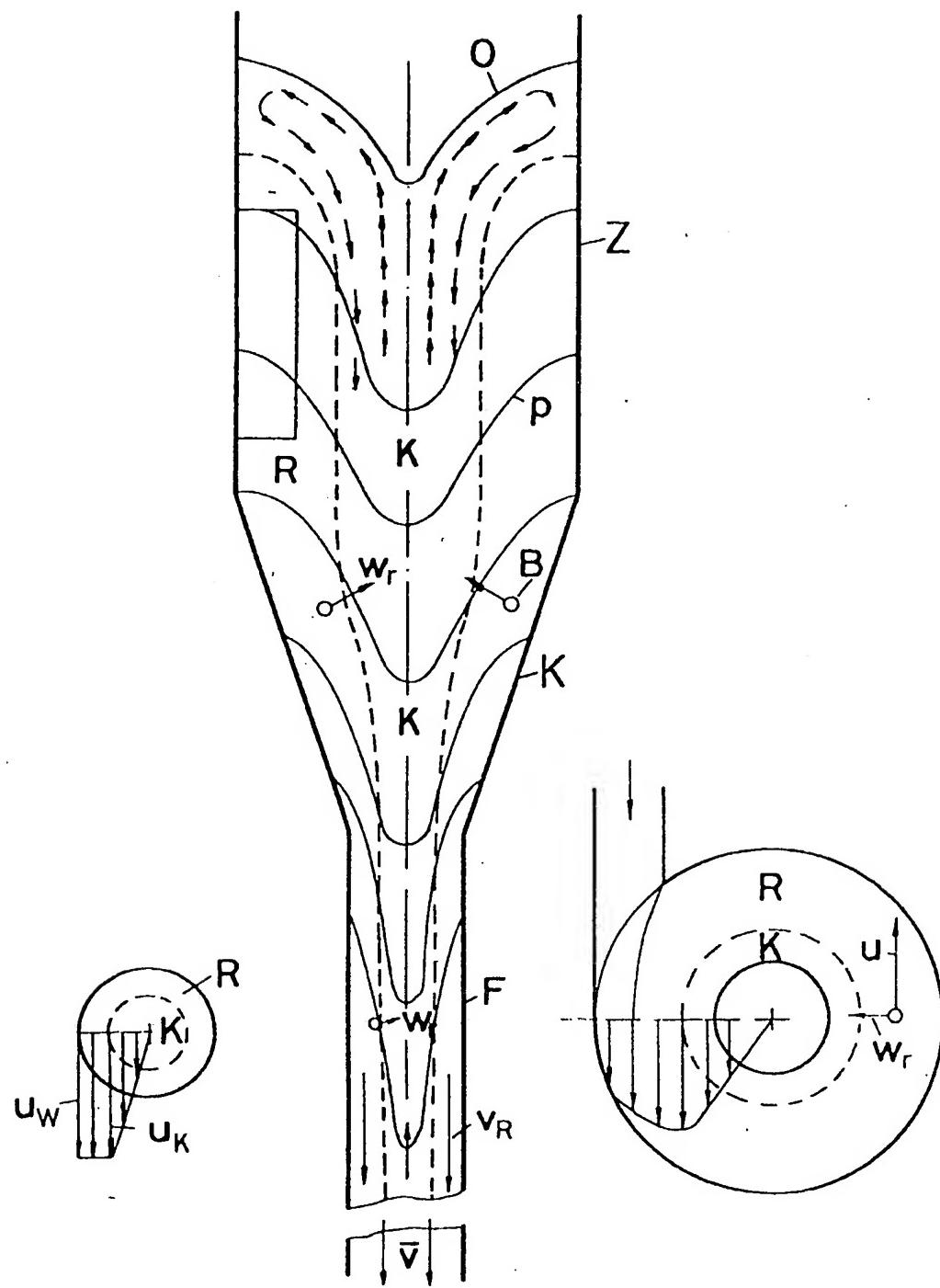


Bild 2: Strömungsverhältnisse in einem Entgasungszyklon /3/

3331993

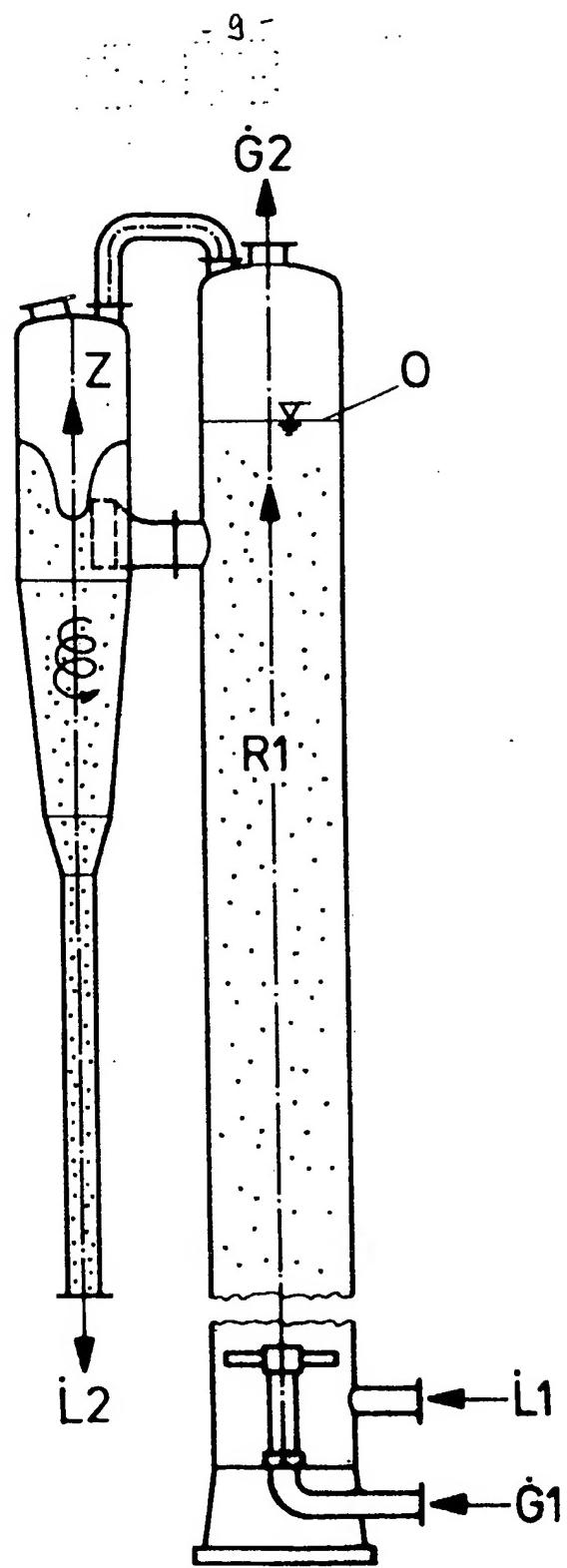


Bild 3: Blasensäulenreaktor mit Zyklonabscheider /3

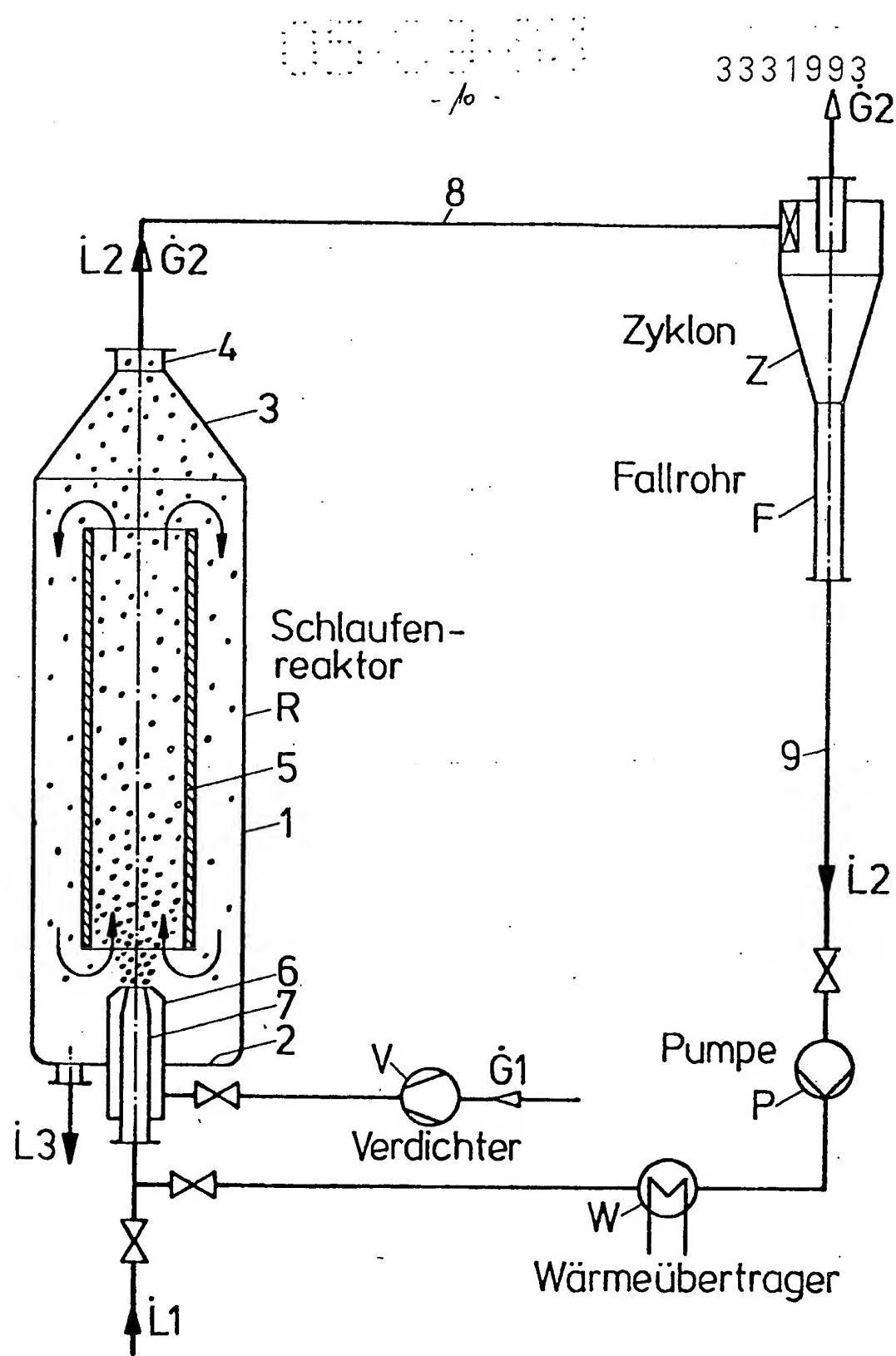


Bild 4: Schlaufenreaktor mit erfindungsgemäßer Betriebsweise

3331993

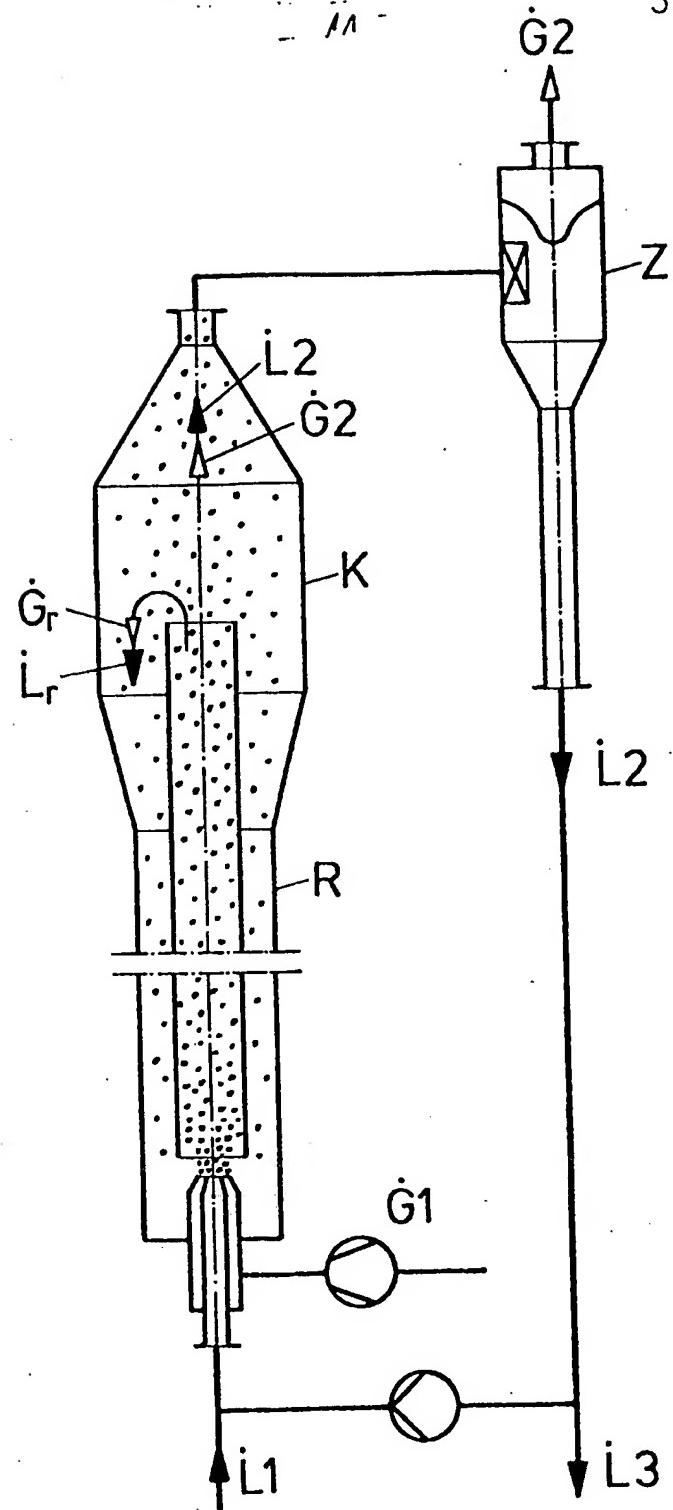


Bild 5: Schlaufenreaktor mit Entgasungskopf und erfindungsgemäßer Betriebsweise

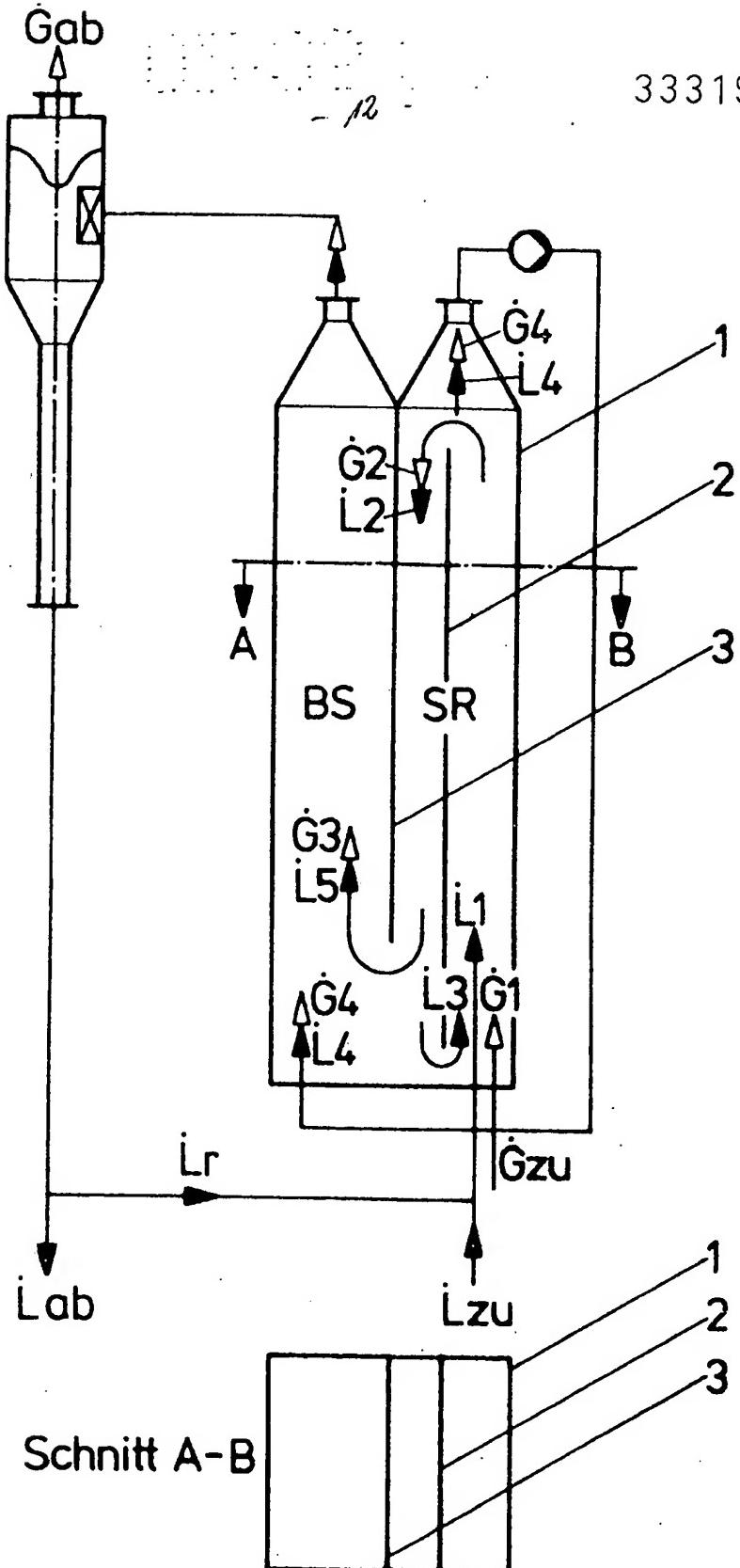


Bild 6: Kombinierter G-L-Reaktor mit Schlaufenreaktorteil SR und Blasensäulenteil BS in rechteckiger Bauform